

[Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/197428/> (дата обращения 10.11.2016).

УДК 662.76

ЧИСЛЕННОЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ПИЛОТНЫХ ПОТОЧНЫХ ГАЗИФИКАТОРОВ

NUMERICAL COMPARATIVE STUDY OF THE PILOT ENTRAINED- FLOW GASIFIERS AERODYNAMIC CHARACTERISTICS

Ральников П. А., Абаймов Н. А., Рункова К. В.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, ral-pavel@mail.ru

Ralnikov P. A., Abaimov N. A., Runkova K. V.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрена одна из технологий энерго- и ресурсосбережения в угольной энергетике, а именно поточная газификация твердого топлива. В работе сравниваются аэродинамические особенности работы двух пилотных одноступенчатых кислородных газификаторов под давлением с сухой топливоподачей пылевидного твердого топлива. Одна из этих установок разработана концерном Siemens, а вторая НПО ЦКТИ. Численное моделирование работы агрегатов проведено с использованием метода вычислительной гидродинамики CFD. Сравнение расчетных результатов показало влияние относительных длин камер газификации на расположения аэродинамических структур.

Abstract: One of the energy technologies and resource saving in coal-based energy considered in this work. In the work the aerodynamic features of the two pilot single-stage pressurized oxygen-blown dry-feed pulverized solid fuels gasifier are compared. One of these units developed by concern Siemens, and the second - NPO CKTI. Numerical modeling of the units carried out using computational fluid dynamics (CFD) method. Comparison of the calculated results showed the influence of the gasification chamber relative lengths on the aerodynamic structures location.

Ключевые слова: газификация; вычислительная гидродинамика; твердое топливо; кислородное дутье; поточный газификатор.

Key words: gasification; CFD; solid fuel; oxygen-blowing; entrained-flow gasifier.

Введение. Одной из наиболее перспективных энергетических схем является парогазовая установка с внутрицикловой газификацией (ПГУ-ВЦГ) угля. Наиболее важный узел установки – поточный газификатор. Для создания высокоэффективного газификатора ПГУ-ВЦГ необходимо использовать не только экспериментальные методы, но и численные, наиболее функциональным из которых считается метод вычислительной гидродинамики (CFD).

Одним из мировых лидеров в сегменте поточной газификации является корпорация Siemens, разработавшая поточный одностадийный кислородный газификатор под давлением [1]. Исследованием аналогичного газификатора занимаются в НПО ЦКТИ на примере собственной пилотной установки [2].

Цель работы – сравнение аэродинамических особенностей движения газа в пилотных поточных газификаторах с использованием CFD метода.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

- 1) произвести численное моделирование установок;
- 2) проанализировать работу экспериментальных установок.

Экспериментальные установки. Газификаторы Siemens (рис. 1а) и ЦКТИ (рис. 1б) представляют собой вертикально расположенные сосуды (таблица).

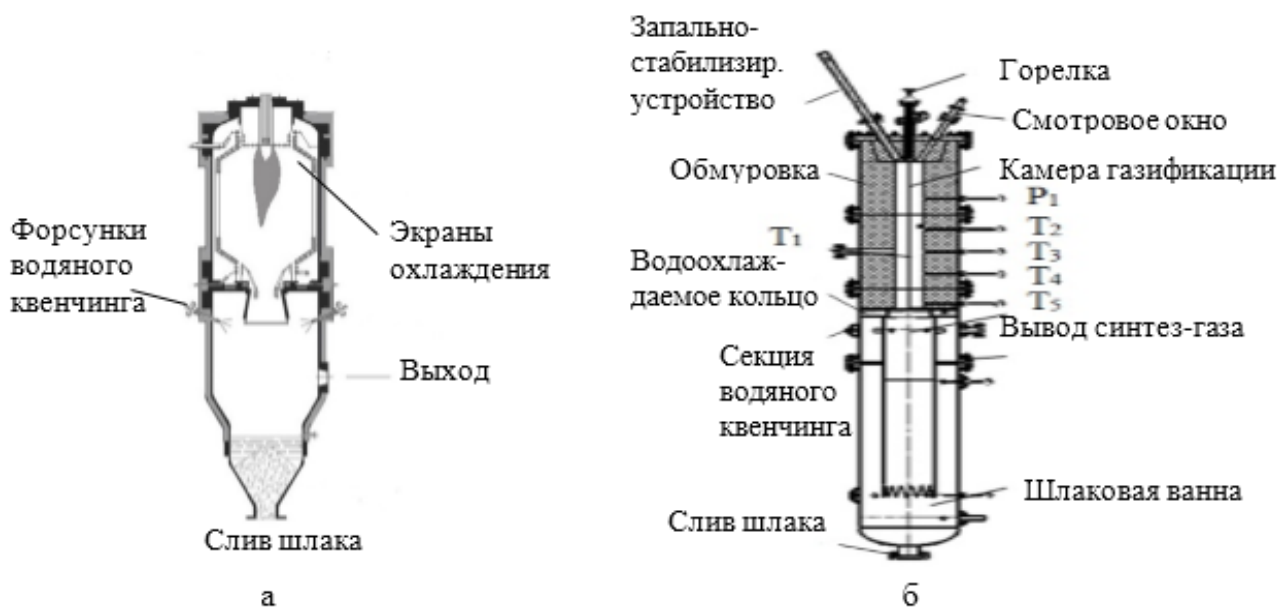


Рис. 1. Пилотные газификаторы Siemens (а) и НПО ЦКТИ (б)

В обеих установках в верхней половине расположена камера газификации, а в нижней – камера охлаждения. Принципиально газификаторы отличаются только тем, что газификатор Siemens на выходе из камеры газификации имеет конфузорно-диффузорный пережим, а в ЦКТИ части соединены друг с другом водоохлаждаемым кольцом и не имеют пережимов. Удельные теплонапряжения по площади и по объему камеры газификации почти в 5 раз выше у зарубежной установки, ввиду большего давления.

Параметры работы лабораторных установок поточной газификации твердого топлива

Параметр	Siemens	ЦКТИ
Диаметр, м	0,6	0,21
Высота (1ст./2ст.), м	1,4/1,4	1,6/4
Расход топлива, кг/ч	400	12
Состав транспортирующего агента	Азот	Азот
Расход транспортирующего агента, кг/с	0,04165	0,0001736
Состав дутья, об. %	O ₂ = 80 N ₂ =20	O ₂ = 96 N ₂ =4
Рабочее давление, МПа	2	0,32
Мощность, кВт	5000	85
b _v , МВт/м ³	1,7	0,345
b _s , МВт/м ²	2,45	0,542

Результаты сравнительного исследования. На рис. 2 и 3 представлены результаты расчетов поточных газификаторов.

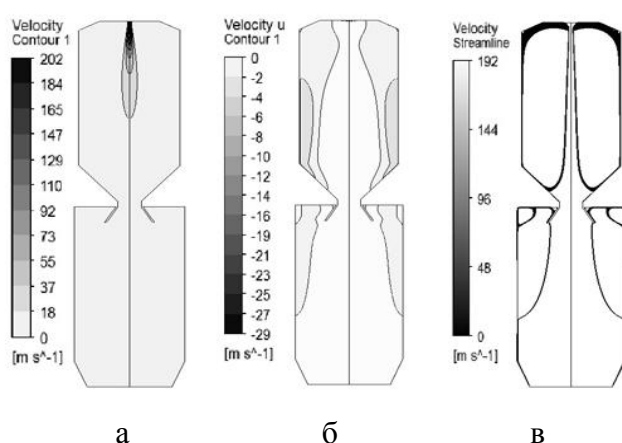


Рис. 2. Результаты моделирования газификатора Siemens:
а) абсолютная скорость; б) скорость возвратных токов; в) линии тока газов

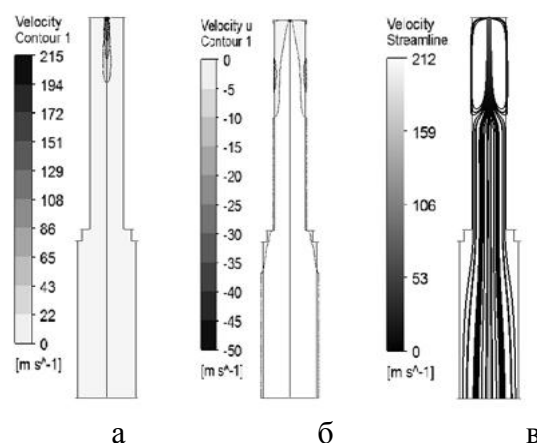


Рис. 3. Результаты моделирования газификатора ЦКТИ:
а) абсолютная скорость; б) скорость возвратных токов; в) линии тока газов

В газификаторе Siemens область высокоскоростного околоосевого течения заканчивается почти на середине камеры газификации, а в случае с ЦКТИ эта область распространена только на трети длины камеры газификации (рис. 2а, 3а).

В газификаторе Siemens обратные токи распределены по всей высоте камеры газификации, а в ЦКТИ только по третьей части длины (рис. 2б, 3б). Газификатор Siemens имеет пережим между камерами газификации и охлаждения, по этой причине в установке зоны обратных токов распространены и в камере охлаждения.

Если говорить о линиях тока газовой фазы (рис. 2в и 3в), то в обоих газификаторах можно наблюдать резкое падение скорости от максимальных значений до умеренных величин.

Заключение. На основе сравнения расчетной гидродинамики данных установок можно выделить основные различия их в работе, которыми являются относительные длины областей обратных токов, а также характер возвратных течений в камерах охлаждения. Основные параметры работы совпадают, что говорит о возможности проведения сравнительного анализа экспериментальных данных по газификации углей в этих установках.

Исследование выполнено в Уральском федеральном университете за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00524).

Список использованных источников

1. San Shwe Hla, Daniel G. Roberts, David J. Harris. A numerical model for understanding the behaviour of coals in an entrained-flow gasifier // Fuel Processing Technology. 2015. № 134. P. 424–440.

2. Абаимов Н. А., Шурчалин А. А., Шестаков Н. С., Осипов П. В., Рыжков А. Ф. Экспериментальное и численное исследование поточной газификации угля при повышенном давлении и различных составах дутья // Материалы IX Всероссийской конференции с международным участием Горение топлива: теория, эксперимент, приложения. Новосибирск : Институт теплофизики СО РАН, 2015. [Электронное издание].

УДК 621.412

ПРИМЕНЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВТОРИЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСАХ

APPLICATION OF STIRLING ENGINES TO GENERATE ELECTRICITY IN THE SECONDARY THERMAL ENERGY

Распутин А. Л., Степанов О. А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, alekseyrasputin@mail.ru

Rasputin A. L., Stepanov O. A.

Tyumen Industrial University, Tyumen

Аннотация: В работе рассматривается актуальная проблема повышения эффективности энергетического оборудования с использованием вторичных